

# **REGENERATION OPTIQUE POUR DES SYSTEMES DE TRANSMISSION A FIBRE OPTIQUE A SIGNAUX SOLITONS**

**Publication number:** JP2001506016T

**Publication date:** 2001-05-08

**Inventor:**

**Applicant:**

**Classification:**

**- international:** G02F1/35; H04B10/02; H04B10/18; H04L7/027; H01S3/098; G02F1/35; H04B10/02; H04B10/18; H04L7/027; H01S3/098; (IPC1-7): G02F1/35; H04B10/02

**- European:** G02F1/35C; G02F1/35C2; H04B10/18S; H04L7/027

**Application number:** JP19980539916T 19980316

**Priority number(s):** FR19970003180 19970317; WO1998FR00523 19980316

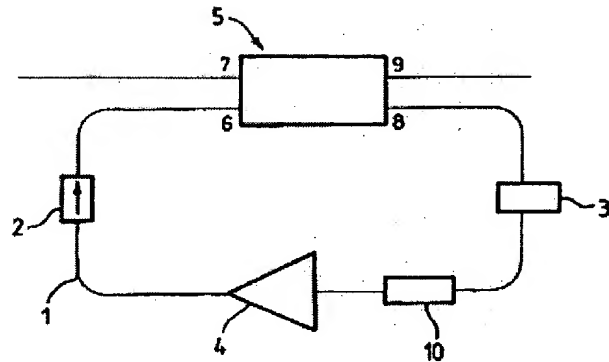
**Also published as:**

WO9841900 (A1)  
EP0900407 (A1)  
FR2760855 (A1)  
EP0900407 (A0)

**Report a data error here**

Abstract not available for JP2001506016T  
Abstract of corresponding document: **FR2760855**

The invention concerns a regenerator for transmission systems with solitons pulses, comprising a cavity laser, for instance a ring fibre laser, wherein is inserted a modulator (5), means for coupling the input signal to be regenerated in the modulator input (7), to ensure laser mode-locking, and means for coupling the regenerated signal in the modulator output (9). The soliton signal to be regenerated ensures the cavity laser locking-mode; moreover, the signal circulating in the cavity ensures a soliton signal modulation, which is thereby regenerated. Phase or intensity modulations, or both, can be used. The invention is characterised in that a ring cavity laser fibre, or a Fabry Perot cavity laser is used. The dispersion fibre non-linear loop mirror can be used as modulator, or an amplifier with semiconductor.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2001-506016

(P2001-506016A)

(43) 公表日 平成13年 5 月 8 日 (2001. 5. 8)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
G 0 2 F 1/35		G 0 2 F 1/35	
H 0 4 B 10/02		H 0 4 B 9/00	M
10/18			

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求(全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平10-539916  
 (86) (22) 出願日 平成10年 3 月 16 日 (1998. 3. 16)  
 (85) 翻訳文提出日 平成10年 11 月 17 日 (1998. 11. 17)  
 (86) 国際出願番号 PCT/FR 98/00523  
 (87) 国際公開番号 WO 98/41900  
 (87) 国際公開日 平成10年 9 月 24 日 (1998. 9. 24)  
 (31) 優先権主張番号 97/03180  
 (32) 優先日 平成 9 年 3 月 17 日 (1997. 3. 17)  
 (33) 優先権主張国 フランス (FR)  
 (81) 指定国 EP (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, L U, MC, NL, PT, SE), CA, JP, US

(71) 出願人 アルカテル  
 フランス国、エフ-75008 パリ、リュ・ラ・ボエティ 54  
 (72) 発明者 ビゴ、セバスチャン  
 フランス国、エフ-91120・バレーゾー、リュ・サント・ジユヌビエーブ、17  
 (72) 発明者 デシユルビール、エマニユエル  
 フランス国、エフ-91680・ブルユエール・ル・シャテル、リュ・ドウ・ラ・ピュット・オ・プリウール、32  
 (74) 代理人 弁理士 川口 義雄 (外 2 名)

(54) 【発明の名称】 ソリトン信号を用いた光ファイバ伝送システム用光再生装置

## (57) 【要約】

本発明は、変調器 (5) が挿入される空洞レーザ、例えばファイバリングレーザと、レーザのモードロックを行うよう変調器の入力部 (7) において再生すべき入力信号を結合する手段と、変調器の出力部 (9) で再生信号を結合する手段とを備えるソリトンパルスを用いた伝送システム用再生装置に関する。再生すべきソリトン信号により空洞レーザのモードロックが行われ、また空洞内を走る信号により、このようにして再生されたソリトン信号の変調が行われる。位相または強度の変調、あるいは両者の変調を使用することができる。本発明は、空洞レーザとして、ファイバリングレーザ、またはファブリ・ペロー空洞レーザを使用することを提案する。変調器として、ループ状非線形ミラー、分散ファイバ、または半導体増幅器を使用することができる。

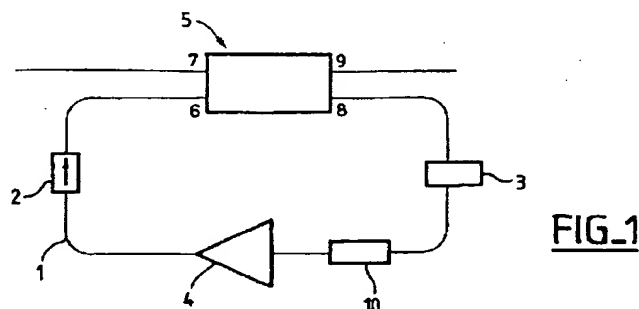


FIG. 1

## 【特許請求の範囲】

1. 変調器（5、61）が挿入される空洞レーザと、レーザのモードロックを行うよう変調器の入力部に再生すべき入力信号を結合する手段と、変調器の出力部に再生信号を結合する手段とを備えるソリトンパルスを用いた伝送システム用再生装置。
2. レーザがファブリ・ペロー空洞を有するレーザ（58）であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の再生装置。
3. レーザがファイバリングを有するレーザであることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の再生装置。
4. レーザが、分散ファイバなどの分散手段（10）を備えることを特徴とする請求の範囲第2項または第3項に記載の再生装置。
5. 変調器が位相変調器であることを特徴とする請求の範囲第1項から第4項のいずれか一項に記載の再生装置。
6. 変調器が強度変調器であることを特徴とする請求の範囲第1項から第5項のいずれか一項に記載の再生装置。
7. 変調器がループ状非線形ミラー（20）を備えることを特徴とする請求の範囲第1項から第6項のいずれか一項に記載の

再生装置。

8. 変調器が好ましくは進行波型の半導体増幅器（40、50、61）を備えることを特徴とする請求の範囲第1項から第7項のいずれか一項に記載の再生装置。
9. 変調器がカー効果による変調を行う分散ファイバ（30）を備えることを特徴とする請求の範囲第1項から第5項のいずれか一項に記載の再生装置。
10. 変調器（5）の上流側に再生すべき入力信号の増幅器（25、34、44）を設けたことを特徴とする請求の範囲第1項から第9項のいずれか一項に記載の再生装置。
11. 再生信号をろ波するフィルタ（24、33、43）を設けたことを特徴とする請求の範囲第1項から第10項のいずれか一項に記載の再生装置。

## 【発明の詳細な説明】

## ソリトン信号を用いた光ファイバ伝送システム用光再生装置

本発明は、ソリトンパルスを用いた光ファイバ伝送システム用光再生装置に関する。より詳細には、空洞レーザのモードロックによりクロック信号が得られる再生装置に関する。

本発明は、ソリトンパルスの光学的再生方法にも関する。最後に本発明は、このような再生装置を備える伝送システムにも関する。

ソリトンパルスまたはソリトンの伝送は知られている現象である。これらのパルスは、ビット時間と比較して小さな時間幅（FWHM）のRZパルスであり、パワー、スペクトル幅、および時間幅の間に所与の関係を有し、通常、光ファイバの異常分散部分内を伝播する。単モードファイバ内のこのようなソリトンパルスのエンベロープの変化は、非線形シュレーディンガー方程式によってモデル化することができる。すなわち、伝播は、ファイバの異常分散とその非線形性の間の均衡の上に立脚するものである。

このようなパルスの伝送は、例えばJ. P. GordonおよびH. A. Hausらの論文、Optical Letters, vol. 11 n° 10, pages 665-667において記述されている。伝送システム内に存在する雑音とのソリトンの相互作用により誘導されるジッタなど種々の効果により制限される。この効果はゴードンハウス効果と呼ばれ、そのために、ソリトンによる伝送の品質または速度に理論的限界を課される。この限界を超えるようにするために、例えば、強度変調に関するH. Kubotaの論文、IEEE Journal of Quantum Electronics, vol. 29 n° 7 (1994)、p. 2189以降、位相変調に関するN. J. SmithおよびN. J. Doranの論文、Optical Fiber Technology, 1, p. 218 (1995)に記載されているように、クロック信号またはクロックによるソリトン信号の同期変調を使用して、これらの時間ジッタを補正することが可能である。

このような変調には受信ソリトン信号からのクロックの回復が必要である。こ

12. ファブリ・ペロー空洞の入力ミラーが波長選択であり、その結果、レーザ信号の再生信号を分離することを特徴とする請求の範囲第2項から第11項のいずれか一項に記載の再生装置。

13. 請求の範囲第1項から第12項のいずれか一項に記載の再生装置を少なくとも一つ備える光伝送システム。

14. ー 再生すべきソリトン信号によりレーザ信号を変調して、変調器（5）が挿入される空洞レーザのモードロックによりクロックを生成すること、およびー クロックによる変調により、再生ソリトン信号をこの変調器（5）の出力部から抽出することを含むソリトン信号の再生方法。

15. ソリトン信号が変調器（5）内でレーザ信号の位相変調を行うことを特徴とする請求の範囲第14項に記載の方法。

16. ソリトン信号が変調器（5）内でレーザ信号の強度変調を行うことを特徴とする請求の範囲第14項または第15項に記載の方法。

17. クロックが変調器（5）内でソリトン信号の位相変調を行うことを特徴とする請求の範囲第14項から第16項のいずれか一項に記載の方法。

18. クロックが変調器（5）内でソリトン信号の強度変調を行うことを特徴とする請求の範囲第14項から第17項のいずれか一項に記載の方法。

19. 空洞レーザ内にクロック信号を広げることを特徴とする請求の範囲第14項から第18項のいずれか一項に記載の方法。

20. 変調器の出力部で抽出された信号をろ波し、その結果、クロックの再生信号が分離されることを特徴とする請求の範囲第14項から第19項のいずれか一項に記載の方法。

のクロックの回復は、所定の周波数の信号を取り込むことと、この信号の位相を受信ソリトン信号の位相と

同期させることから成る。このクロック回復を行うため既に種々の方法が提案された。特に、光電子変換、および、例えば位相同期ループを用いる電子手段による位相の回復を行い、次に、ソリトンを変調するために、得られた信号の電子ー光学変換を行うことができる。この解決方法は、使用半導体装置の通過域に上限があるため、本質的にソリトンリンクの速度に制限を加える。更にこの解決方法は、高速であることの代償として複雑であり高コストである。

知られている別の解決方法は、ファイバリングレーザのモードロックによりクロックを回復、このようにして回復したクロックを同期変調器に印加することから成る。W. A. Penderらの論文、Electronics Letters, vol. 31 n° 18 (31. 08. 95)は、ファイバリングレーザのモードロックによるクロックの回復を記述している。この論文は、入射信号の半分を、リング状エルビウムドープファイバレーザ内に送り、その結果、入射信号の周波数でのレーザのモードロックを行うことを提案している。クロック信号はカブラによりリングレーザから抽出され、変調器の機能を行うカーゲート内で使用される。この論文は、クロックおよび再生

すべき信号の位相の同期を確保するために、リングレーザの出力部でファイバの機械的延長システムを使用することを提案している。

T. Ono他、OFCT 94 Technical Digest, ThM3, p. 223以降、は、クロックを供給するために、入射信号により側方モードロックされるファブリ・ペローレーザダイオードを使用するクロック回復回路を提案している。この装置は、レーザの側方モードの周波数に正確に対応するビット周波数が必要である。

K. Smithらの論文、Electronics Letters, vol. 28 n° 19, p. 1814以降は、伝送ファイバと空洞レーザとが一つの非線形光変調器を共有し、その結果、伝送ファイバの信号が、クロス位相変調（

XPM)によりレーザ空洞の光を変調する別のクロック回復回路を提案している。

D. M. patrick他は、Electronics Letters, v o l. 30 n° 2で同じ種類のクロック再生回路について記述しているが、ここでは、入射信号が、進行波半導体増幅器(TW-SCA)内のエルビウムドープファイ

バリングレーザの光を変調する。クロック信号はカブラにより空洞から抽出される。

これら三つの論文は、再生クロックによる信号の変調を行うための特別な方法には言及していない。

これらの全光学的クロック再生回路の問題は、W. A. Pender 他回路におけるような機械的遅延線による場合以外では、クロックおよび一列のソリトンの位相の同期を全光学的に実現することが難しいことである。

本発明は、クロックの回復およびソリトンの同期変調の問題に対し、独自かつ簡単な解決方法を提供するものである。本発明により、従来技術において生じる、クロックおよび変調すべき信号の位相の同期の問題を解消することが可能である。実際、本発明は、同期変調器とクロック回復とを単一装置内にまとめるものである。本発明は更にきわめて小型であるという長所を有する。

より詳細には、本発明は、変調器が挿入される空洞レーザと、レーザのモードロックを行うよう変調器の入力部において再生すべき入力信号を結合する手段と、変調器の出力部で再生信号を結合する手段とを備えるソリトンパルス伝送用再生装置を提

供する。

レーザは、有利にはファブリ・ペロー空洞レーザまたはファイバリングレーザである。レーザ内には、分散ファイバなどの分散手段を設けることができる。

変調器は、位相変調器または強度変調器とすることができる。変調器は例えばループ状非線形ミラー、または好ましくは進行波型の半導体増幅器を備えること

のクロック信号の変化(図の上側)と示す図

である。

- 第3図は、本発明の第一実施形態による再生装置の略図である。
- 第4図は、本発明の第二実施形態による再生装置の略図である。
- 第5図は、本発明の第三実施形態による再生装置の略図である。
- 第6図は、本発明の第四実施形態による再生装置の略図である。
- 第7図は、本発明の第五実施形態による再生装置の略図である。

本発明は、レーザのモードロックによるクロック回復機能と、変調器機能とを同一回路内にまとめることを提案する。この目的のため、本発明は、再生すべきソリトン信号によるレーザのモードロックを行うために使用される変調器は、レーザの光によるこのソリトン信号の変調も同時に行うという驚くべき事実に基づく。従って本発明は、変調器が挿入される空洞レーザと、変調器の入力部において再生すべき入力信号を結合する手段とで形成される回路内に、レーザの光により構成されるクロック

信号を抽出する手段ではなく、再生された信号を変調の出力部において抽出する手段を設けることを提案する。

再生すべきソリトン信号は、先行技術の知られている装置における場合と同様、空洞レーザに挿入された変調器内で結合され、その結果、受信信号のビットのレートで、レーザのモードの能動的ロックが行われる。これにより、再生すべきソリトン信号のビット周波数でのクロック信号を、リングレーザ内で発生させることができる。

しかしながら、このクロック信号はレーザの空洞内、すなわち空洞に挿入された変調器内を進み、クロックのレートで入射ソリトン信号を変調するために変調器内でこのソリトン信号と相互作用する。クロック信号と、変調すべきソリトン信号との同期は本発明の再生装置の構造自体により自動的に行われることは明らかであり、遅延線または他の線のような機構を設ける必要はない。

空洞の自由スペクトル空間がソリトン信号のビット周波数の整数約数になるよ

ができる。

変調器は、カー効果による変調を行う分散ファイバを備えることができる。

一実施形態では再生装置は、変調器の上流側に、再生すべき入力信号の増幅器を備える。

有利には再生装置は、再生信号をろ波するフィルタを有する。

空洞レーザの場合、ファブリ・ペロー空洞の入力ミラーは好ましくは波長選択であり、その結果、レーザ信号の再生信号を分離する。

本発明は、少なくとも一つのこのような再生装置を備える光伝送システムも対象とする。

本発明は、

- 再生すべきソリトン信号によりレーザ信号を変調して、

変調器が挿入される空洞レーザのモードロックによりクロックを生成すること、および

- クロックによる変調により、再生ソリトン信号をこの変調器の出力部から抽出すること

を含むソリトン信号の再生方法にも関する。

ソリトン信号は変調器内でレーザ信号の位相変調および/または強度変調を行うことができる。

クロックは変調器内でソリトン信号の位相変調および/または強度変調を行うことができる。

- 実施形態では、本方法は、空洞レーザ内にクロック信号を広げることを含む。

また、変調器の出力部で抽出された信号をろ波し、その結果、クロックの再生信号が分離されるようにすることもできる。

本発明の他の特徴および長所は、例として示し添付の図面を参照して行う本発明の実施形態についての以下の説明を読むことにより明らかになろう。

- 第1図は、本発明による再生装置の原理の略図である。

- 第2図は、再生すべきソリトン信号の変化(図の下側)と、空洞レーザ内

うにするために、空洞長を自明の方法で調節する。

従って本発明は、レーザのモードロックに使用され再生信号

を構成するソリトン信号を、変調器の出力部において抽出することを提案する。

第1図は、この原理に従い動作する本発明による再生装置の原理の略図である。第1図の再生装置は、空洞レーザ、ここではファイバ1を備えリングを形成するファイバリングレーザを備え、ファイバ上には、アイソレータ2と、フィルタ3と、信号の光増幅手段4とか配設される。アイソレータの矢印は空洞内の光の進行方向を示す。空洞内には変調器5が挿入されるが、入力においては、変調器は、ファイバ1からの信号を入力部6で受信するだけでなく、再生すべきソリトン信号を入力部7で受信する。パワーにおいては、変調器は出力部8でファイバ1に接続され、その結果、ソリトン信号によるレーザの能動モードロックが可能である。さらに変調器は、再生されたソリトン信号を出力部9に供給する。

ファイバ1上には、ファイバ内のクロック信号のパルス幅を制御し、特にクロックパルス幅を拡大することが可能な分散手段10を設けることができる。こうして、クロック信号による変調により、ソリトン信号の時間的ジッタの補正が改善される。分散手段として、高分散係数ファイバ、あるいはブラッグ格子

を使用することができる。

第1図の変調器5は、第3図から第6図の種々の実施形態で説明するように、位相変調器、強度変調器、あるいは位相および強度双方の変調器とすることができる。

第2図は、変調器5の入力部7で受信されるソリトン信号の変化を図の下側に、第5図の実施形態のように、変調器が半導体増幅器である時に得られ、空洞レーザ内を進む対応するクロック信号の変化を図の上側に示す図である。レーザの能動モードロックにより、高品質のクロック信号が回復できることが確認される。

第3図は、本発明の第一実施形態による再生装置の変調器の略図である。第3図には、ファイバ1のリング、アイソレータ2、フィルタ3、信号の光増幅手段

4、分散手段10は示さなかった。第3図の実施形態では、変調器5はループ状非線形ミラー（NOLM）で形成される。ループ状非線形ミラーは、ある長さ、例えば10km程度の長さの高分散ファイバ20で形成される。ファイバ20の両端は2/2カブラ21を通して結合され、変調器の入力部6および出力部8を形成するようファイバ1に接続される。ファイバループ20上には、カブラ21

を基準として反対方向に対称形に配置された二つの2/2カブラ22および23が設けられる。カブラ22は再生すべきソリトン信号をNOLM内で結合し、変調器の入力部7を構成する。カブラ23の下流には、クロックをロックする低域フィルタ24が設けられる。フィルタ24の出力部は変調器5の出力部9を構成する。

第3図のNOLMの動作は以下の通りである。ソリトン信号は、NOLMのファイバ内を進む信号に対し強度および位相変調を行うことにより、レーザのモードロックを誘導する。ファイバ1から来る信号はカブラ21によりNOLM内で結合され、そこで、矢印26、27で示すように反対方向に伝播する二つの信号に分離される。信号はカブラ21のレベルで再結合され、出力部8に反射される。矢印26の方向に伝播する信号は、カブラ22によりNOLM内で誘導される入射ソリトン信号により強度変調される。カブラ23の出力において、再生ソリトン信号およびクロック信号が得られる。フィルタ24はクロック信号を阻止する。また、クロック信号は入射ソリトン信号の位相同期を行い、従って、入射ソリトン信号の時間的ジッタの補正を行うことになる。変調器としてのNOLMの動作の詳細に

ついては、Electronics Letters、第31巻21号（1995）のS. Bigoらの論文を参照されたい。

第3図の回路においては、カブラ22の上流側に入射ソリトン信号用の増幅器25を設けることができる。

第3図の回路は、モードロックは強度変調により行われる一方、クロックによるソリトン信号の変調は位相変調により行われる点においてきわめて有利である

一効果による位相変調により、レーザのモードロックを誘導する。クロック信号により、入射ソリトン信号の位相の同期変調が行われる。フィルタ33はクロック信号を阻止する。

第4図の回路では、ソリトン信号の変調もモードロックも同一の変調器により行われる。リングレーザのモードロックが保証されるように、十分に大きい変調度が選択される。ただし変調度は、レーザ光による変調により適切な再生が行われ、ソリトンを劣化させないようにレベルに維持される。

第5図は、本発明の第三実施形態による再生装置の略図であり、第3図および第4図と同様、第5図には変調器5のみを示した。第5図の実施形態における変調は、半導体増幅器、例えば進行波半導体増幅器（TW-SCA）内の強度および位相変調である。従って第5図の変調器は、進行波半導体増幅器40を備え、その入力部および出力部はファイバ1の端部に接続される。TW-SCA40の上流側では、カブラ41がファイバ1内で入射ソリトン信号を結合する。TW-SCA40の下流側では、カブラ42が変調ソリトン信号およびクロック信号を

供給する。カブラ42は、クロック信号を阻止するフィルタ43に接続される。フィルタ43の出力部は変調器5の出力部9を構成する。カブラ41の上流側には、第3図および第4図の場合と同様、入力部が変調器の入力部7を構成する増幅器44を設けることができる。

第5図の回路は以下のように動作する。ソリトン信号は、TW-SCA40内の位相および強度変調によりレーザのモードロックを誘導する。一方、クロック信号により、入射ソリトン信号の位相および強度の同期変調が行われる。フィルタ43はクロック信号を阻止する。変調度は第4図に示すようにして調節される。

第6図は、本発明の第四実施形態による再生装置の略図であり、第6図には、上記図と同様、変調器5のみを示した。第6図の装置は第3図の装置に対応し、同じ符号が使われている。ただし第6図の装置はさらに、NOLM内のカブラ22と23との間に、進行波半導体増幅器50を備える。この装置により伝播ファイバが半導体変調器に置き換えられ、NOLMの空間占有体積を制限することが

できる。従って、ソリトン信号によりレーザ信号の変調度を調節し、レーザ信号によりソリトン信号の変調度を調節するというように個別に調節することができる。位相変調の調節は空洞内のクロック信号のパワーを使用することにより行うことができ、強度変調の調節は、空洞内のクロック信号のあるパワーについての入力カブラの結合率を使用することにより行うことができる。

このようにして、レーザのモードロック、およびソリトンを劣化させない良好な再生を行うことができる。

第3図の実施形態では、非対称カブラがある従来のミラー構成においてNOLMを使用することができる。また、例えば、空洞内で偏光制御装置を使用するか、軸を正しく一列にした複屈折ブレードを使用することにより、NOLMを「送信器」も

ードに設定することもできる。これにより、0が存在しても変調器がクロックを阻止しないようにすることができ、その結果、ソリトン信号が0の際、クロックが失われるのを防止することができる。この場合、対称入力カブラを使用することができる。その場合、パワーにおける効率は最大である。

第4図は、本発明の第二実施形態による再生装置の略図である。第3図の場合と同様、第4図には変調器5のみを示した。第4図の実施形態における変調は、高分散ファイバにおけるカー効果による位相変調である。この目的のため、変調器5は、長さを10km程度とすることができるファイバ区間であって、レーザのリングを形成し、変調器の入力部6と出力部8とを形成するためにファイバ1に接続することができる高分散ファイバ30を備える。ファイバ30の一端では、カブラ31がファイバ内で再生すべきソリトン信号を結合し、ファイバ30の他方の端では、カブラ32はソリトン信号およびクロック信号をフィルタ33に結合する。フィルタ33はクロック信号を阻止し、フィルタ33の出力部は変調器5の出力部9を構成する。カブラ31の上流側には、第3図の場合と同様、入力部が変調器の入力部7を構成する増幅器を設けることができる。

第4図の回路は以下のように動作する。ソリトン信号は、ファイバ30内の力可能である。

第6図の装置の動作は第3図の装置の動作と同様である。特

に、クロックおよびソリトン信号の変調度を各々個別に調節することができる。

第7図は、本発明の第五実施形態による再生装置の略図である。第7図の実施形態では、空洞として、リングによるものではなくファブリ・ペロー空洞を使用する。空洞内に、変調器、例えば進行波半導体変調器などの半導体変調器を挿入する。

従って第7図の装置は三ポートサーキュレータ55を備え、このサーキュレータは、再生すべきソリトン信号を入力部の第一入力ポート56で受信する。この信号は、出力部の第二出力ポート57に供給され、二つのミラー59、60で形成されたファブリ・ペロー空洞58に送信する。第一ミラー59は波長選択ミラーである。空洞58内には変調器61が配設されるが、これは通常は半導体増幅器であり、好ましくは進行波方式である。サーキュレータ55の第三ポート62は、入力部において受信した信号を第二ポート57に供給する出力ポートである。

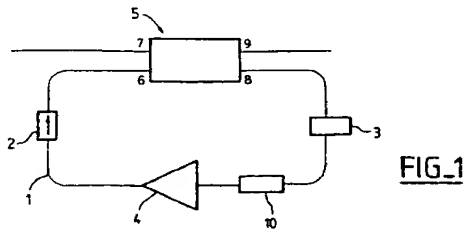
第7図の装置の動作は以下の通りである。再生すべきソリトン信号はセレクト55の第一ポート56で受信され、第二ポート57を通して空洞58に送信される。ソリトン信号は空洞5

8内に入り、変調器61内でレーザ光を位相および強度変調し、その結果、モードロックを行う。変調器61内のモジュールクロック信号はソリトン信号である。波長選択ミラー59はクロック信号をブロックし、変調ソリトン信号を通過させる。次にこの信号は入力部においてサーキュレータの第二ポート57に到達し、出力部において第三ポート58に送信される。

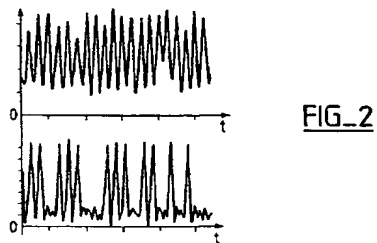
第7図の実施形態は、きわめて小型であるという長所を有する。他のあらゆる実施形態と同様、サーキュレータ55の上流側に増幅器を設けることができる。また、サーキュレータ55の代わりにカブラを使用することもできる。また、第7図の実施形態では、空洞内に分散手段を設けることもできる。

もちろん、本発明は記述し図示した例および実施形態に限定されるものではなく、当業者であれば多くの変形形態が可能である。例えば第3図および第4図の回路は対称であり、カプラ31および32、あるいは41および42のレベルでの送信ファイバおよびレーザのファイバの位置を反対にすることが可能であることは明らかである。

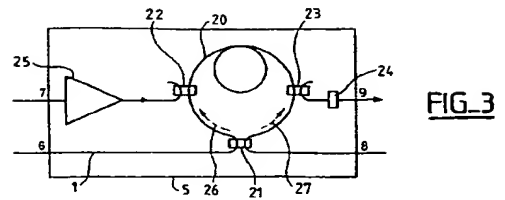
【図1】



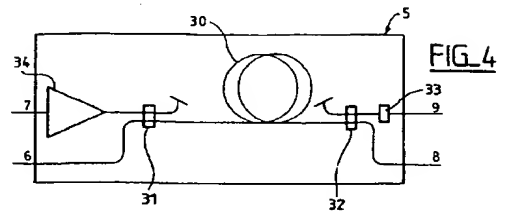
【図2】



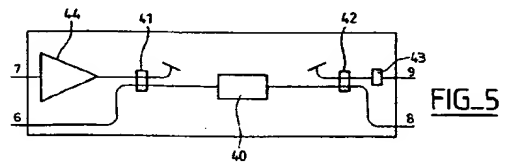
【図3】



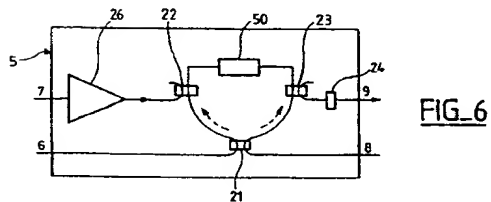
【図4】



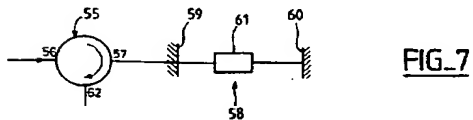
【図5】



【図6】



【図7】



## 【國際調查報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. l. Application No. PCT/FR 98/00523		
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 G02F1/35 H04B10/18 H04L7/027		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 H04B H04L G02F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of documents, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	BIGO S ET AL: "20GHZ ALL-OPTICAL CLOCK RECOVERY BASED ON FIBRE LASER MODE-LOCKING WITH FIBRE NONLINEAR LOOP MIRROR AS VARIABLE INTENSITY/PHASE MODULATOR" ELECTRONICS LETTERS, vol. 31, no. 21, 12 October 1995, pages 1855-1857, XP000553340 cited in the application see the whole document ---	1-20
A	LUCEK J K ET AL: "ALL-OPTICAL SIGNAL REGENERATOR" OPTICS LETTERS, vol. 18, no. 15, 1 August 1993, pages 1226-1228, XP000382933 see figure 1 --- -/-	1,3-7,10
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claims or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 6 July 1998		Date of mailing of the international search report 10/07/1998
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl. Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Galanti, M

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No.  
PCT/FR 98/00523

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PENDER W A ET AL: "10 GBIT/S ALL-OPTIC REGENERATOR" ELECTRONICS LETTERS, vol. 31, no. 18, 31 August 1995, page 1587/1588 XP000530970 cited in the application see figure 1 -----	1.3-6,9

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)